

## ANALISA ELIMINASI BREAKDOWN PADA VERTICAL MILL DENGAN METODE PDCA TULTA

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang (UNISMA) Malang

Jl. MT Haryono no. 193, Malang, Telp (0341) 551932, Malang

Email: [Agung.nugroho@semenindonesia.com](mailto:Agung.nugroho@semenindonesia.com)

### ABSTRAK

Equipment VRM merupakan suatu peralatan yang berfungsi sebagai penggiling semen dengan tipe vertikal, dimana metode penggilingan menggunakan *roller* dan *table* dengan tekanan tinggi serta terinstalasi separator didalamnya untuk proses separasi. Dalam pengoperasian VRM selama ini, sering terjadi breakdown yang dikarenakan vibrasi maksimum. Timbulnya permasalahan ini mengakibatkan terganggunya target produksi di PT. Semen Gresik (Persero) Tbk. serta mengakibatkan menurunnya semangat kerja operator karena sulitnya dalam mengoperasikan peralatan.

Berdasarkan permasalahan ini peneliti merumuskan masalah “Apakah vibrasi maksimum dalam operasional VRM dapat dieliminasi dengan memodifikasi interlock auto *Counter Pressure*?” Hasil penelitian menunjukkan frekuensi terjadinya vibrasi maksimum pada VRM berkurang secara drastis, selain itu operator semakin mudah dalam mengoperasikan peralatan.

Berdasarkan implementasi, dengan modifikasi pada *interlock system* dapat disimpulkan bahwa program auto *Counter Pressure* dalam mengeliminasi breakdown pada VRM yang disebabkan vibrasi maksimum.

**Kata kunci:** Vibrasi, *Vertical roller mill*, *Counter pressure*, *Interlock sytem*

### ABSTRACT

Equipment VRM is a device that serves as a cement mill with vertical type, in which the grinding method using a roller and table with high pressure and installed in the inside separator for separation processes. In VRM during this operation, frequent breakdown due to maximum vibration. The emergence of these problems lead to disruption of production targets in PT. Semen Gresik (Persero) Tbk. and result in reduced morale operator because of the difficulty in operating equipments.

Based on these problems we propose the problem "Is Maximum vibration in operational VRM can be eliminated by modifying the auto interlock Counter Pressure?" The results indicate the frequency of occurrence of maximum vibration on the VRM drastically reduced, otherwise it gets easier the operator operate the equipment.

Based on the implementation, with modifications to the interlock system can be concluded that the program auto Counter Pressure in the VRM eliminates breakdown caused maximum vibration.

**Keywords:** Vibration, *Vertical roller mill*, *Counter pressure*, *Interlock Sytem*

## I. PENDAHULUAN

PT. Semen Gresik sebagai salah satu perusahaan milik negara yang mengemban misi untuk memberi kontribusi kepada perekonomian nasional, menitikberatkan kemampuannya untuk memproduksi segala jenis semen. PT. Semen Gresik telah mendapatkan sertifikat ISO 9002, ISO 14001 dan SMK 3. Produk-produk yang dihasilkan haruslah merupakan produk dengan kualitas baik. Oleh karena itu pada proses produksi diperlukan perencanaan dan pengendalian kualitas yang baik sehingga dapat memenuhi standar produk yang berkualitas.

Dalam operasional *Vertical Roller Mill* (VRM) terdapat sensor vibrasi, dimana alat ini untuk parameter operator CCR dalam mengendalikan proses penggilingan semen. Apabila sensor ini menunjukkan skala yang tinggi, menunjukkan tingginya tingkat vibrasi / getaran pada *body mill*. Pada skala maksimum yang diijinkan maka VRM akan otomatis stop untuk safety peralatan yang ada. Sensor vibrasi ini dapat memandu operator CCR untuk melakukan beberapa langkah supaya tingkat vibrasi menurun sampai pada batas normal, sehingga proses produksi akan terus berlangsung. Akan tetapi pada kenyataannya sering terjadi mill stop karena vibrasi yang mencapai batas maksimum, sehingga target produksi sering terganggu. Maka sangat diperlukan adanya suatu interlock sistem yang dapat membantu operator CCR dalam mengoperasikan VRM.

Masalah yang terjadi saat ini adalah terlalu banyaknya parameter operasi yang masih manual dimana operator harus melakukan *adjustment* apabila terjadi ketidaknormalan parameter. Apabila kurang teliti / konsentrasi menurun dapat mengakibatkan terganggunya operasional VRM terutama vibrasi maksimum.

Dengan dasar ini maka perlu dilakukan perbaikan lagi, untuk itu sebagai obyek Tugas Akhir ini penulis ingin melakukan perbaikan dengan langkah yang lain yaitu dengan menggunakan metode statistik yang digunakan untuk menganalisis lebih jauh mengenai penyebab masalah ini. Serta untuk menekan jumlah gangguan yang terjadi maka perlu dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode PDCA.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Peralatan Vertical Roller Mill

Equipment VRM merupakan suatu peralatan yang berfungsi sebagai penggiling semen dengan tipe vertikal, dimana metode penggilingan menggunakan roller dan table dengan tekanan tinggi serta terinstalasi separator didalamnya untuk proses separasi.

Alat utama yang digunakan dalam proses penggilingan semen adalah Vertical Roller Mill (VRM). Media pengeringnya adalah udara panas yang berasal dari siklon-preheater. Udara panas tersebut juga berfungsi sebagai media pembawa bahan-bahan yang telah halus menuju alat proses selanjutnya.

### 2.2. Distributed Control System

*Distributed Control System* (DCS) adalah suatu pengembangan *system control* dengan menggunakan komputer dan alat elektronik lainnya agar didapat pengontrol suatu loop system yang lebih terpadu dan dapat dikendalikan oleh semua orang dengan cepat dan mudah. Alat ini dapat digunakan untuk mengontrol proses dalam skala menengah sampai besar. Proses yang dikontrol dapat berupa proses yang berjalan secara kontinyu atau proses yang berjalan secara *batching*.

DCS berfungsi sebagai alat untuk melakukan kontrol suatu *loop system* dimana satu *loop* dapat mengerjakan beberapa proses *control*. Berfungsi sebagai pengganti alat *control* manual dan otomatis yang terpisah-pisah menjadi suatu kesatuan sehingga lebih mudah untuk pemeliharaan dan penggunaannya

### 2.3. Vibrasi

#### 2.3.1. Getaran

Getaran mesin adalah gerakan suatu bagian mesin maju dan mundur (bolak-balik) dari keadaan diam /netral, ( $F=0$ ). Contoh sederhana menunjukkan suatu getaran adalah pegas.

### 2.3.2. Karakteristik Getaran

Kondisi suatu mesin dan masalah-masalah mekanik yang terjadi dapat diketahui dengan mengukur karakteristik getaran pada mesin tersebut.

### 2.3.3. Frekuensi Getaran

Gerakan periodik atau getaran selalu berhubungan dengan frekuensi yang menyatakan banyaknya gerakan bolak-balik (satu siklus penuh) tiap satuan waktu. Hubungan antara frekuensi dan periode suatu getaran dapat dinyatakan dengan rumus sederhana:  $\text{frekuensi} = 1/\text{periode}$ . Frekuensi dari getaran tersebut biasanya dinyatakan sebagai jumlah siklus getaran yang terjadi tiap menit (CPM = *Cycles per minute*). Sebagai contoh sebuah mesin bergetar 60 kali (siklus; dalam 1 menit maka frekwensi getaran mesin tersebut adalah 60 CPM. Frekuensi bisa juga dinyatakan dalam CPS (*cycles per second*) atau Hertz dan putaran dalam *revolution / minute*.

### 2.3.4. Perpindahan Getaran

Jarak yang ditempuh dari suatu puncak (A) ke puncak yang lain (C) disebut perpindahan dari puncak ke puncak (*peak to peak displacement*). Perpindahan tersebut umumnya dinyatakan dalam satuan mikron ( $\mu\text{m}$ ) atau mils.

### 2.3.5. Kecepatan Getaran

Karena getaran merupakan suatu gerakan, maka getaran tersebut pasti mempunyai kecepatan. Pada gerak periodik (getaran) seperti pada gambar 2.2; kecepatan maksimum terjadi pada titik B (posisi netral) sedangkan kecepatan minimum (=0) terjadi pada titik A dan titik C. Kecepatan getaran ini biasanya dalam satuan mm/det (*peak*). Karena kecepatan ini selalu berubah secara sinusoida, maka seringkali digunakan pula satuan mm/sec (rms). nilai  $\text{peak} = 1,414 \times \text{nilai rms}$ .

### 2.3.6. Percepatan Getaran

Karakteristik getaran lain dan juga penting adalah percepatan. Pada gambar 1.2, dititik A atau C kecepatan getaran adalah nol

tetapi pada bagian-bagian tersebut akan mengalami percepatan yang maksimum. Sedang pada titik B (netral) percepatan getaran adalah nol. Secara teknis percepatan adalah laju perubahan dari kecepatan. Percepatan getaran pada umumnya dinyatakan dalam, satuan "g's' peak, dimana satu "g" adalah percepatan yang disebabkan oleh gaya gravitasi pada permukaan bumi. Sesuai dengan perjanjian internasional satuan gravitasi pada permukaan bumi adalah  $980,665 \text{ cm/det}^2$  ( $386,087 \text{ inc/det}^2$  atau  $32,1739 \text{ feet/40}$ ).

### 2.3.7. Phase Getaran

Pengukuran phase getaran memberikan informasi untuk menentukan bagaimana suatu bagian bergetar relatif terhadap bagian yang lain, atau untuk menentukan posisi suatu bagian yang bergetar pada suatu saat, terhadap suatu referensi atau terhadap bagian lain yang bergetar dengan frekuensi yang sama.

### 2.3.8. Spike Energy

Karakteristik lain dari getaran yang agak khusus adalah pengukuran *spike energy*. Besaran dari *spike* energi ini agak abstrak karena tidak dapat dijelaskan dengan gambar dari getaran bandul. Pengukuran *spike energy* adalah pengukuran getaran frekuensi tinggi akibat adanya pulsa dari energi getaran.

## 2.3. Pengendalian Kualitas Statistika

Kualitas adalah karakteristik dari suatu produk atau bisa juga dikatakan sebagai ukuran suatu produk, misalnya pada produk sabun, kualitasnya bisa diukur berdasarkan beratnya. Kualitas dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

1. Kualitas rancangan, dimana kualitas ini sudah ditentukan sebelum produk dibuat, sehingga variasi dalam tingkat kualitas ini memang disengaja.
2. Kualitas kecocokan, dimana seberapa baik produk itu sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang disyaratkan oleh rancangan itu.

Dalam pengendalian kualitas statistika yang akan dibahas adalah kualitas kecocokan. Terdapat 2 jenis karakteristik kualitas, yakni sebagai berikut :

1. Karakteristik kualitas atribut, yaitu kualitas produk tidak bisa diukur tapi hanya bisa dibedakan saja.
2. Karakteristik kualitas variabel, yaitu karakteristik yang bisa diukur, menggunakan skala interval/rasio.

#### 2.4. Metode Eliminasi *Breakdown*

*Total Productive Maintenance* (TPM) adalah hasil perpaduan antara *Preventive Maintenance* dengan konsep *Total Quality Control* dan *Total Employee Involvement*. TPM merupakan suatu sistem perawatan mesin yang melibatkan seluruh bagian dan anggota organisasi, termasuk operator produksi. Sasaran penerapan TPM adalah tercapainya *Zero Breakdown*, *Zero Defect* dan *Zero Accident*, dengan demikian memaksimalkan efektifitas penggunaan mesin.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada equipment VRM 5481 pada unit Seksi Finish Mill 3-4. Dimana equipment tersebut merupakan 1 diantara 9 mill yang ada di PT. Semen Gresik (Persero) Tbk. Dan merupakan tipe terancang dalam bidang penggilingan semen.

#### 3.2. Populasi dan Sampel Data

##### 3.2.1. Populasi Data

Populasi adalah jumlah keseluruhan dari unit analisa yang ciri-cirinya akan diduga. Didalam penelitian ini populasi diambil dari laporan harian Seksi Operasi Finish Mill Tuban 3-4.

##### 3.2.2. Sampel Data

Sampel adalah bagian dari populasi yang diharapkan mampu mewakili populasi yang diharapkan. Didalam penelitian ini

sampel diambil dari laporan harian Seksi Operasi Finish Mill 3-4 pada tanggal 1 sampai 31 Juli 2015.

#### 3.3. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Analisa data dilakukan setelah pengolahan data. Dalam melakukan pengolahan data peneliti menggunakan metode *Plan, Do, Check, Action* (PDCA) dan TULTA (*seven tools*). Adapun langkah-langkah pengolahan data sebagai berikut

1. Melakukan analisis statistika antara jenis *breakdown* dengan jumlah frekuensi yang terjadi. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *logsheet* CCR (*Central Control Room*) mengenai *trending frekuensi* vibrasi maksimum pada VRM.
2. Melakukan analisis melalui diagram *Pareto* terhadap variabel vibrasi terhadap equipment *Vertical Roller Mill* untuk mengetahui atau mengidentifikasi manakah jenis kerusakan yang memberikan kontribusi paling besar.
3. Untuk mengidentifikasi akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya masing-masing jenis faktor dominan yang menyumbang tingginya *breakdown* pada VRM dengan melakukan stratifikasi dan melakukan penentuan peringkat akar masalah dengan menggunakan metode NGT (*Nominal Group Technique*) dengan rumus  $1/2N+1$ . Dari hasil NGT tersebut kemudian akar-akar masalah yang dominan akan diuji korelasinya untuk mendapatkan faktor penyebab dominan. Dari hasil NGT tersebut kemudian akar-akar masalah yang dominan akan diuji korelasinya untuk mendapatkan faktor penyebab dominan yang kuat yang akan dilakukan rencana perbaikannya dan akan dianalisa hasil perbaikan tersebut dan kemudian akan dibuatkan standar baru untuk perbaikan yang sudah berhasil dilakukan.
4. *Fishbone* diagram digunakan untuk mengidentifikasi akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya masing-masing jenis faktor dominan yang menyumbang tingginya *breakdown* pada peralatan.

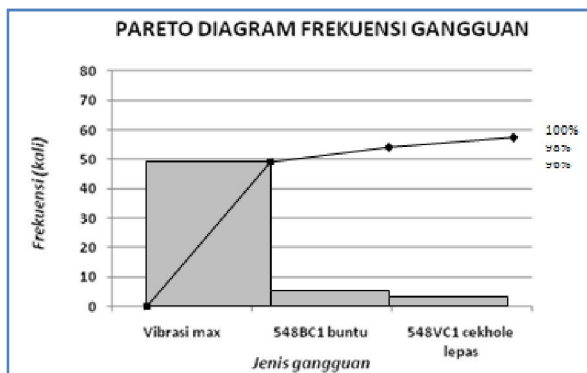
## IV. PENGOLAHAN & ANALISA DATA

### 4.1. Pengolahan Data

#### 4.1.1. Identifikasi Masalah

Tgl	Permasalahan	Frek
1	Vibrasi max	4
	548VC1 cekhole lepas	3
2	Vibrasi max	1
3	Vibrasi max	2
4	Operasi lancar	
5	Vibrasi max	1
6	Vibrasi max	3
7	Vibrasi max	2
8	Vibrasi max	4
9	Vibrasi max	2
10	Vibrasi max	3
11	Vibrasi max	3
12	548BC2 buntu	1
13	Vibrasi max	1
14	Operasi lancar	
15	Operasi lancar	
16	Vibrasi max	2
17	Vibrasi max	3
18	Vibrasi max	3
19	Vibrasi max	3
20	548BC2 buntu	1
	Vibrasi max	1
21	548BC2 buntu	1
	Vibrasi max	1
22	Vibrasi max	2
23	Vibrasi max	1
24	Operasi lancar	
25	Vibrasi max	1
26	Vibrasi max	2
27	Vibrasi max	2
28	548BC2 buntu	1
29	Vibrasi max	2
30	548BC2 buntu	1
31	Vibrasi max	1
		<b>58</b>

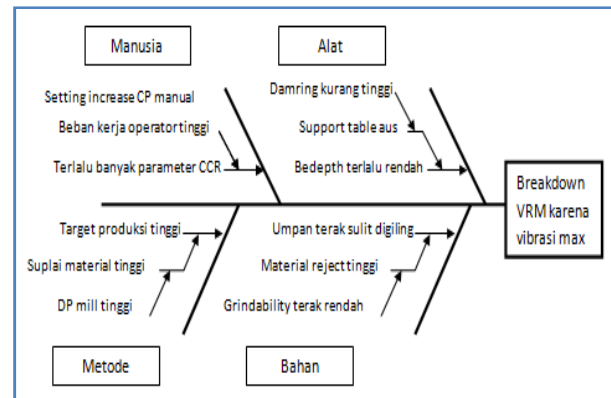
Penyebab paling dominan breakdown pada 548RM1 yaitu vibrasi maksimum sebanyak 50 kali, 548BC2 buntu 5 kali dan 548VC1 cekhole lepas 3 kali dalam bulan Juli 2015.



Frekuensi masalah lebih sering disebabkan karena vibrasi maksimum sebesar 50 kali.

#### 4.1.2. Analisa Masalah

Terdapatnya permasalahan yang menimbulkan banyaknya gangguan ataupun keadaan proses yang tidak terkendali haruslah ditelusuri penyebabnya. Sehingga untuk proses selanjutnya permasalahan tersebut telah dapat diatasi dan dapat meningkatkan kualitas produksi.



Hubungan sebab akibat dari breakdown VRM dari sudut pandang manusia, alat, metode dan bahan. Dimana tema yang diambil breakdown VRM karena vibrasi maksimal.

#### 4.1.3. Memilih Penyebab Dominan

Berikut NGT pemilihan penyebab paling dominan:

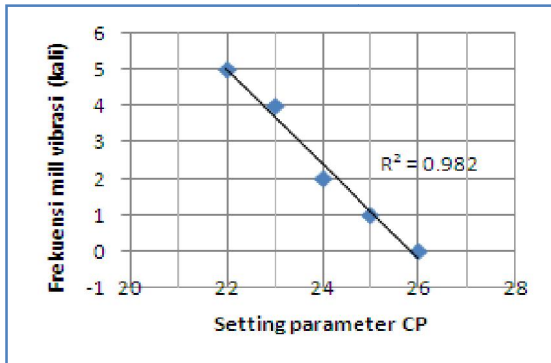
NO	PENYEBAB	ANGGOTA					JUMLAH	RANKING
		CN	RE	BA	SA	AW		
1	Damring kurang tinggi	1	1	1	4	2	9	4
2	Beban operator CCR tinggi	2	2	3	2	1	10	5
3	Grindability terak rendah	3	5	5	3	3	19	2
4	Setting increase CP manual	5	4	4	5	5	23	1
5	DP mill tinggi	4	3	2	1	4	14	3

Dari hasil NGT tersebut kemudian akar-akar masalah yang dominan akan diuji korelasinya untuk mendapatkan faktor penyebab dominan. Dari hasil NGT tersebut kemudian akar-akar masalah yang dominan akan diuji korelasinya untuk mendapatkan faktor penyebab dominan yang kuat.

Urutan faktor penyebab dominan antara lain : Setting increase CP masih manual, grindability terak rendah, DP mill tinggi.

Dari penyebab dominan diatas, diuji dengan scatter diagram berikut :

1. Scatter diagram hubungan antara *setting increase CP* terhadap *mill down* karena vibrasi



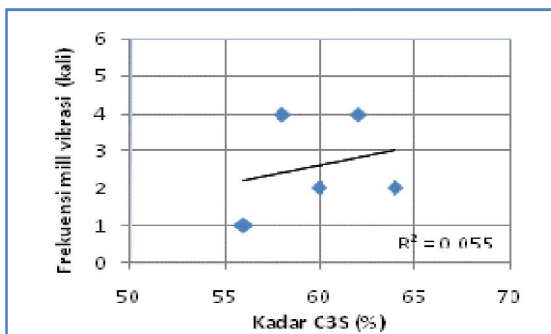
Pengujian dengan membandingkan parameter setting CP dengan *mill down* karena vibrasi.

Sumbu X = Parameter setting CP (bar)

Sumbu Y = Frekuensi mill down karena vibrasi (kali/minggu)

Kesimpulan  $r = 0,982$  korelasi positif kuat

2. Scatter diagram hubungan kadar C3S terak terhadap *mill down* karena vibrasi



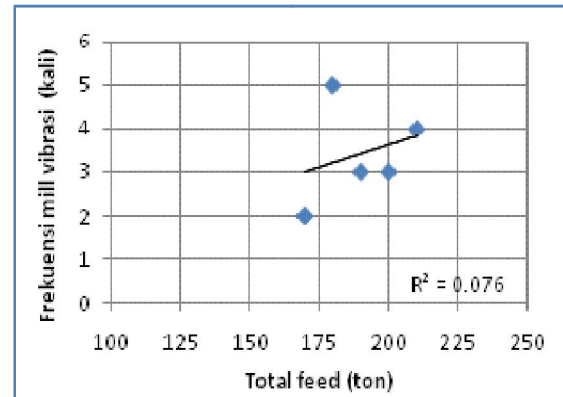
Pengujian membandingkan kadar C<sub>3</sub>S terak dengan *mill down* vibrasi.

Sumbu X = Kadar C<sub>3</sub>S terak (%)

Sumbu Y = Frekuensi mill down karena vibrasi (kali/minggu)

Kesimpulan  $r = 0,055$  korelasi positif lemah

3. Scatter diagram hubungan antara DP mill terhadap *mill down* karena vibrasi.



Pengujian dengan membandingkan total *feed* dengan *mill down* karena vibrasi

Sumbu X = Total feed (ton)

Sumbu Y = Frekuensi mill down karena vibrasi (kali/minggu)

Kesimpulan  $r = 0,076$  korelasi positif lemah

## V. IMPLEMENTASI DAN HASIL

### 5.1. Implementasi

Implementasi perbaikan dilakukan dengan memodifikasi program interlock *increase CP* terhadap kenaikan vibrasi. Setelah diimplementasi, dilakukan monitoring trend sbb:

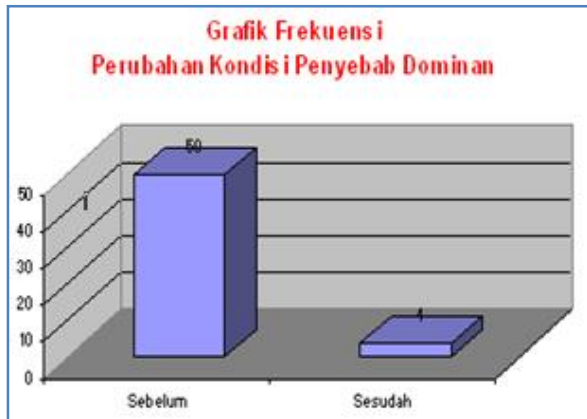


CP akan dinaikkan 2 bar bila terjadi vibrasi 12mm/s. Diharapkan vibrasi akan menurun / hilang karena roller akan sedikit naik dan tekanan terhadap material berkurang.

## 5.2. Evaluasi Hasil

Perbandingan sebelum & sesudah perbaikan

### 1. Frekuensi gangguan ( kali )



Menunjukkan sebelum modifikasi program terjadi breakdown sebanyak 50 kali dan sesudah modifikasi terjadi sebanyak 4 kali.

### 2. Durasi downtime ( jam )



Menunjukkan sebelum modifikasi program terjadi breakdown selama 32,1 jam dan sesudah modifikasi terjadi sebanyak 4,5 jam.

### 3. Nilai kehilangan produksi (juta)



Menunjukkan sebelum modifikasi program terjadi kerugian sebesar 6,4 milyar dan sesudah modifikasi hanya 657 juta.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa, maka kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut :

1. Vibrasi dapat disebabkan oleh beberapa faktor:
  - a. Ketinggian *damring* saat ini 350 mm kurang tinggi, pada kondisi standar pada *range* 400-450 mm.
  - b. Material terlalu keras dengan tingkat kekerasan 13-15, dimana seharusnya tingkat kekerasan seharusnya pada standar 10=12.
  - c. *Setting feed* terlalu tinggi pada 235 ton per jam, dimana seharusnya *setting feed* seharusnya pada standar 210-220 ton per jam.
  - d. Beban operator terlalu tinggi karena 1 operator saat ini mengendalikan 2 mill, sebaiknya 1 operator mengendalikan 1 mill saja.
2. Metode eliminasi frekuensi *breakdown* VRM dengan cara memodifikasi sistem interlok *auto Counter Pressure* 2 bar.

### 5.2 SARAN

Saran berdasarkan analisa yang telah dilakukan antara lain adalah sebagai berikut :

1. Perlu dibuatkan *Work Instruction* baru untuk operasional operator CCR dan didaftarkan pada unit terkait.
2. Diperlukan kalibrasi rutin pada sensor vibrasi, supaya terjaga akurasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bernasconi, G. 1995. Teknologi Kimia. Terjemahan Dr. Ir. Lienda Hanjojo, M. Eng. Pt. Prandnya Paramitha. Jakarta.
- Atmadi, Sutrisno. 2011. Tujuh Alat Bantu Analisa Masalah Gugus Mutu. Edisi pertama. Jakarta Selatan.
- Bhat, V. And J.Cozzolino. 1993. Total Quality: An Effective Management Tool. [www.casact.org.pp.101-123](http://www.casact.org/pp.101-123). Agustus 2005.
- Materi Training untuk tenaga PKWT (*Perjanjian Kerja Waktu Tertentu*) PT. Semen Gresik (Persero) Tbk tahun 2008.